Über den Cordierit in vulkanischen Auswürflingen.

Von **E. Hussak.**

(Mit 2 Tafeln.)

Im Jahre 1876 bereiste Dr. R. v. Drasche Central-Nipon und studirte den Bau der vier Vulkane: Asama Yama, Fusi Yama, Jaki Yama und Iwawasi Yama; über die Ergebnisse dieser geologischen Forschungen berichtete er seinerzeit in verschiedenen Fachzeitschriften.[1] Das bei dieser Gelegenheit gesammelte reichhaltige Materiale machte v. Drasche dem kais. Hofmuseum, dessen Gönner er schon seit langer Zeit ist, zum Geschenke; der liebenswürdigen Zuvorkommenheit der Herren Intendant, Hofrath Dr. Ferdinand R. v. Hochstetter und Custos, Dr. A. Brezina verdanke ich, dass mir dasselbe, da v. Drasche die Eruptivgesteine keiner ausführlichen mikroskopischen Untersuchung unterzog, zu einer neuerlichen Bearbeitung übergeben wurde, wofür ich an dieser Stelle meinen wärmsten Dank ausspreche.

Die von R. v. Drasche gesammelten Gesteine gehören zum Theil den älteren Eruptivgesteinen an, von welchen mir vorliegen: Granite, typische Tonalite, Dioritporphyre- (Amphibol-Granititporphyre Drasche's) und Diabasporphyrite, deren grössere Verbreitung schon Naumann[2] angibt.

Von den jüngeren Eruptivgesteinen finden sich Rhyolithe, theils felsitische, theils rein glasige, Perlite, Hornblendeandesite, darunter ebenfalls reinglasige, bimssteinartige und schliesslich

[1] „Bemerkungen über die japanesischen Vulkane Asama-, Fusi-, Jaki- und Iwawasi-Yama" in Tschermak miner. Mittheil. 1877. pag. 49. M. 7 Tafeln und: „Zwei geologische Reisen quer durch die Insel Nipon" im N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1879, pag. 41, mit 1 Karte.

[2] Neues Jahrb. f. Min. u. Geol. I. Beilgebd. p. 488.

Augitandesite. Zu den letzteren gehören auch die Producte der obenerwähnten vier Vulkane.

Die Augitandesitlaven derselben führen aber stets neben dem stark pleochroitischen Augit als accessorischen Gemengtheil Olivin und bilden so Übergangsglieder zu den Feldspathbasalten.

Sie stimmen auch darin vollständig überein mit den erst kürzlich von Oebbeke[1] beschriebenen vulkanischen Gesteinen der Philippinen. Eine ausführliche Beschreibung oberwähnter Eruptivgesteine behalte ich mir noch vor.

Bei der Durchsicht des mir zur Untersuchung übergebenen Materiales erregten jedoch die vulkanischen Auswürflinge des Asama Yama, von welchen v. Drasche eine grössere Anzahl gesammelt hatte, das grösste Interesse. Unter diesen befanden sich theils Andesitlapilli, theils auch fremde, dichte, weisse und bläulichweisse Gesteine, lose und in den Andesitauswürflingen eingeschlossen.

R. v. Drasche[2] sagt von diesen: „Auf den Abhängen sieht man noch spärlichere, weisse eckige Steinchen, die aus felsitischer fast quarzharter Grundmasse bestehen, öfters Quarzkrystalle enthalten und durch stellenweise Anhäufung eines blauen, nur mit dem Mikroskop erkennbaren, in Durchschnitten rectangulär erscheinenden Minerals blau gefleckt aussehen“.

Ich habe desshalb meine Aufmerksamkeit zuerst diesen merkwürdigen Auswürflingen des Asama Yama zugewendet und will nun dieselben ausführlicher beschreiben.

I. Auswürflinge des Asama Yama.

1. Andesitlapilli.

Es sind dies lichtgraue, mit einer schlackigen, glasigen Rinde versehene Lavastücke, die in ihrer mineralogischen Zusammensetzung und Structur fast vollständig mit der der geflossenen Laven übereinstimmen und sich nur durch einen grösseren Glasreichthum auszeichnen. Als Einsprenglinge finden sich frische glasige, schön zonal gebaute Plagioklase und kräftig pleochroitische Augitkrystalle, dessen Axenfarben als $\mathfrak{c}$ = grasgrün, $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{b}$

---

[1] N. Jahrb. f. Min. u. Geol. I. Beil. Bd. pag. 451.

[2] Tschermak, Min. u. petr. Mitth. 1877. pag. 53.

wenig verschieden — gelbbraun bestimmt wurden. Olivin, der accessorisch in den Laven auftritt, findet sich in den Lapilli nicht. Eine merkwürdige Beschaffenheit zeigen einige der an Glaseinschlüssen und Gasporen reichen Einsprenglinge, indem sie sich an den Rändern in winzige Körnchen und Kryställchen auflösen, gleichsam zerbröckeln.

Die Grundmasse besteht aus einer farblosen, glasigen Basis, in der vorwiegend winzige Plagioklasleistchen, spärlicher licht-grüner Augit in Körnchen und Säulchen und Magnetit ausgeschieden sind. Hie und da zeigen sich in der Grundmasse auch grössere Flecken des farblosen, an Ausscheidungen freien Glases.

2. Andesitlapilli mit Gesteinseinschlüssen.

Es sind dies ebenfalls glasige und schlackige Auswürflinge, die etwa haselnussgrosse Stückchen eines weissen dichten Gesteins eingeschlossen enthalten. Als Einsprenglinge treten in diesen braunglasigen Augitandesiten Plagioklas und zwar nur in grossen Krystallen, reich an braunen Glas- und Grundmasse-Einschlüssen und schwach pleochroitischer Augit von brauner Farbe auf; der Plagioklas findet sich in der Grundmasse höchst selten und nur in Leistchen und Krystallbruchstücken.

Die an Magnetitkryställchen reiche Grundmasse besteht aus einem dunkelbraunem Glase, das von zahllosen, etwa 0·02 Mm. langen und 0·003 Mm. breiten Augitsäulchen durchschwärmt und so manchen Santorinlaven überaus ähnlich ist.

In diesem Andesit liegen verschieden grosse (der Durchmesser schwankt von 0·1 Mm. bis 1 Ctm. und darüber), abgerundete Fragmente des erwähnten Gesteins; dieses zeigt sich jedoch im Dünnschliffe nicht scharf vom Andesit abgegrenzt, sondern mit demselben an den Rändern verschmolzen.

Das eingeschlossene Gestein besteht zum grössten Theil aus einem farblosen, an winzigen Gasporen ungemein reichen Glase, in dem zahllose, farblose, bald rundliche, bald in rhombischen und sechsseitigen Durchschnitten auftretende, ziemlich kräftig polarisirende, 0·01—0·02 Mm. grosse Körnchen und Kryställchen eingebettet sind, die äusserst winzige und zierliche Glaseinschlüsse enthalten und in welche, ähnlich wie bei den grossen Quarz-

einsprenglingen der Rhyolithe, die farblose Glasbasis buchtenartig eindringt. (Vgl. Taf. I, Fig. 20.)

Ich halte diese Körnchen und Kryställchen für Quarz; diese kommen in fast allen noch zu besprechenden Auswürflingen vor und gelang mir in einigen dieser der Nachweis der Quarznatur dieser Körnchen. Selten finden sich noch lichtgrüne Augitkörnchen und Augitsäulchen.

An dem Contacte beider Gesteine hat sich das farblose Glas des eingeschlossenen Gesteins vollständig mit dem braunen des Augitandesites zu einem hellgelben Glase vermischt und zeigt sich die Augitandesitgrundmasse weit in den Einschluss hineingeflossen. Einzelne grosse Plagioklase und Augite des Andesites wurden hiebei mit in das durch das feurigflüssige Andesitmagma jedenfalls umgeschmolzene Einschlussgestein hineingeflösst; diese Krystalle zeigen interessante Veränderungen. Die Augite sind im Dünnschliffe bald an den Rändern bloss ausgezackt, bald mit einem breiten Augitkörnerrand umgeben; man kann die Umwandlungsvorgänge ganz verfolgen von den bloss rundlich gezackten Augiten bis zu den durch das Eindringen der farblosen Glasmasse vollständig in Körnchen zerbröckelten Krystallen. Einen solchen corrodirten Augitkrystall mit noch unveränderten Kern, in welchem ein grosser brauner Glaseinschluss liegt, zeigt Taf. I. Fig. 21.

Man kann sich diese Art der Umwandlung der Augite nur durch eine Einwirkung des im Schmelzflusse befindlichen Magma's denken; dasselbe wirkte von aussen nach innen etwa wie ein Ätzmittel, den Augit nach und nach zerbröckelnd und schliesslich total schmelzend. Diese Umwandlungserscheinungen wurden schon von A. Becker [1] vortrefflich beschrieben und auch experimentell nachgeahmt.

Eine ähnliche randliche Auflösung in winzige prismatische Kryställchen weisen auch, aber selten, die Plagioklase auf; ferners finden sich theils isolirt im Augitandesit, theils, und zwar häufiger, in den grösseren Gesteinseinschlüssen schlecht ausgebildete farblose oder lichtbräunliche Krystalle, die im polarisirten Licht oft noch deutlich polysynthetische Zwillingsstreifung

[1] Über die Olivinknollen im Basalt. Zeitschr. d. deutsch. geolog. Ges. 1881, pag. 43, Taf. IV.

erkennen lassen und überaus reich an Einschlüssen von Gasporen Partikeln des farblosen Glases, rundlichen grünen Augitkörnchen opaken Erzkörnchen, Blättchen und Körnchen eines dunkelvioletten (ob isotropen?) Minerals sind und sich dann im polaren Lichte öfters wie ein Aggregat verhalten. Es sind dies, wie ich glaube, veränderte, dem eingeschlossenen Gestein ursprünglich angehörige Plagioklase.

In diesem Andesitlapilli kommen noch Gesteinseinschlüsse vor, die in ihrer mineralogischen Zusammensetzung vollständig mit dem ebenbeschriebenen übereinstimmen, deren Quarzkörner aber grösser, Durchmesser 0·07—0·1 Mm., stets unregelmässig begrenzt, ausgezackt sind und deren zwischensteckendes Glas ganz von winzigen Gasporen erfüllt ist; grössere Augit- und Plagioklaskrystalle fehlen hier. Dass der fremde Gesteinseinschluss von dem Augitandesite umgeschmolzen wurde und mit demselben sich inniger vermengte, scheint auch daraus hervorzugehen, dass sich winzige Partikel des eben beschriebenen weissen Gesteins mitten in dem Augitandesit und niemals scharf abgegrenzt von diesem finden.

3. Graue Augitandesit-Lapilli mit Gesteinseinschlüssen.

Diese Andesite stimmen in ihrer Structur mit dem oben beschriebenen überein, besitzen aber eine farblose Glasbasis, aus der sich reichlicher als in dem obigen Augitnädelchen ausgeschieden haben. Auch die Gesteinseinschlüsse weisen eine grosse Ähnlichkeit mit den bereits beschriebenen auf, nur sind hier in dem an Gasporen reichem Glase die rundlichen Quarzkörnchen und Kryställchen bei weitem seltener und treten anstatt diesen circa 0·03—0·05 lange, farblose. prismatische Kryställchen, die öfters im polarisirten Lichte deutlich Zwillingsstreifung erkennen lassen, blaugraue Polarisationsfarben besitzen und sich auch den Krystallumrissen nach als Plagioklaskryställchen erweisen, auf. Augit ist in diesen Gesteinseinschlüssen seltener, wohl aber zeigen sich an einzelnen glasreichen Stellen desselben schmale und lange, farblose Nädelchen ausgeschieden, die in gewissen, später zu besprechenden Auswürflingen in grosser Häufigkeit auftreten. (Vergl. Taf. I, Fig. 8 *ab*.) Acces-

sorisch finden sich noch blutrothe Eisenglanztäfelchen und violette, sechsseitige Blättchen. In dieser Grundmasse treten als Einsprenglinge wieder die oben beschriebenen, corrodirten Augit- und Plagioklaskrystalle auf, die zum Theil nachweisbar aus dem Augitandesit herstammen. Die Plagioklaskrystalle zerfallen in kleine Kryställchen, die grosse Ähnlichkeit mit dem im farblosen Glase des Gesteinseinschlusses liegenden Plagioklaskryställchen haben; vielleicht rührt ein Theil dieser von vollständig corrodirten grossen Plagioklasen her.

4. Lose, weisse, dichte Gesteinsauswürflinge.

Es sind dies diejenigen Auswürflinge, auf welche schon v. Drasche aufmerksam gemacht hat; man kann unter diesen wieder solche unterscheiden, welche das violblaue Mineral führen und solche, denen es fehlt. Letztere will ich zuerst beschreiben.

a) Wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, sind diese den sub 2 beschriebenen Gesteinseinschlüssen sehr ähnlich. Ausser den regelmässig begrenzten Quarzen finden sich ausgezackte, unregelmässige Körner, reich an Gasporen und Glaseinschlüssen und sieht es oft so aus, als ob diese durch Zertrümmerung grosser Quarzkörner entstanden wären. Auch Feldspath tritt wahrscheinlich auf, als solche deute ich die in rohen rechteckigen Umrissen gruppirten Aggregate länglicher, parallel gelagerter, unregelmässiger Körner; Zwillingsstreifung wurde nicht beobachtet. Solche Rechtecke verhalten sich im polaren Lichte wie ein einziges Individuum; zwischen den einzelnen länglichen Körnchen zeigt sich farbloses Basisglas eingeklemmt. (Vergl. Taf. II, Fig. 41.) In diesen Gesteinen tritt auch der Magnetit auf. Öfters finden sich grössere Feldspath- und Quarzkörnchen, die ausser äusserst winzigen Gasporen auch zahlreiche, lange, gelbe Nadeln und knieförmige Zwillinge von Rutil einschliessen. Makroskopische Einsprenglinge fehlen; die an diesem Auswürfling angestellte Kieselsäurebestimmung ergab 69·82% SiO_2.

b) Sehr ähnlich und ebenfalls frei von makroskopischen Krystalleinsprenglingen ist ein anderer weisser Gesteinsauswürfling des Asama Yama, in welchem die vorhin als Quarz

gedeuteten Körner bei weitem spärlicher auftreten; an deren Stelle zeigen sich aber die vorher erwähnten, als Feldspath gedeuteten Aggregate. Hier sind es aber nicht unregelmässige längliche Körner, sondern meist scharfbegrenzte Rechtecke, die sich, parallel geordnet, zu grösseren Rechtecken zusammenschaaren und einheitlich optisch orientirt sind.

Berücksichtigt man die sub 2 schon erwähnte, beobachtete Zerfällung der grossen Plagioklaskrystalle in ähnliche Säulchen, so ist man versucht auch die hier auftretenden, an Dünnschliffe meist rechteckigen Aggregate als total in kleine Individuen aufgelöste, corrodirte Feldspäthe zu deuten. Welchem Mineral jedoch diese winzigen Rechteckchen angehören, konnte, wie später gezeigt werden wird, nicht mit Sicherheit bestimmt werden. Sie sind beiläufig 0·02 Mm. lang und 0·01 Mm. breit, besitzen durchwegs gerade Auslöschung und steckt auch hier zwischen diesen das farblose Basisglas.

Die etwas grösseren (circa 0·07 Mm.), seltenen Quarzkörnchen sind stets unregelmässig begrenzt, ausgezackt und liegen regellos zerstreut in dem an rundlichen Gasporen nicht besonders reichen farblosen Basisglas. Zahllose, überaus winzige Glaseinschlüsse erfüllen diese Quarzkörnchen und ist um dieselben das Glas zwiebelschalenähnlich zersprungen. Der Augit tritt hier meist in grösseren Gruppen lichtgrüner verkrüppelter Säulchen und Körnchen auf und führt ebenfalls Glaseinschlüsse.

Endlich ist besonders hervorhebenswerth das häufige Vorkommen des Rutils zu erwähnen, der in 0·02 Mm. langen, gerade auslöschenden, scharf contourirten Säulchen, $\infty P . \infty P \infty . P$, deren Prismenflächen vertikal gestreift sind, von honiggelber auch dunkelbrauner Farbe, mit achtseitigen Querschnitten und in den bekannten knieförmigen Zwillingen nach $P \infty$ im Glase steckt. Neben diesem finden sich auch tafelartig ausgebildete Kryställchen von derselben oder auch violetter Farbe, die parallel zur Längsaxe auslöschen und wie der Rutil einen ausgezeichneten Dichroismus aufweisen; fällt der Nicolhauptschnitt mit der Längsaxe zusammen, so sind sie dunkelzimmtbraun, senkrecht darauf lichtbraun (Brookit?).

5. Lose, bläulichweisse, dichte Gesteinsauswürflinge

Es sind ebenfalls ungemein dichte, als makroskopische Einsprenglinge Quarz und Plagioklas führende, aber durch stellenweises Auftreten eines mikroskopischen, bläulichen Minerals, bläulichgefleckt aussehende Gesteine; vor dem Löthrohre schmelzen sie nicht, ebenso entfärbt sich das blaue Mineral nicht. Im Dünnschliffe weist das Gestein eine grosse Ähnlichkeit mit dem sub 3 beschriebenen auf, führt aber Krystalleinsprenglinge und zeichnet sich vor allen durch häufiges Auftreten eines rechteckige Längs- und sechsseitige Querschnitte liefernden, violetten, lebhaft polarisirenden, stark pleochroitischen Minerals aus.

Die längere Seite der rechteckigen Schnitte ist durchschnittlich 0·35—0·5 Mm., die kürzere 0·12—0·18 Mm. lang. Der Pleochroismus ist besonders in diesen Schnitten ein ausgezeichneter; ist der Nicolhauptschnitt parallel der langen Seite der Rechtecke, so erscheint das Mineral mit weisser, senkrecht darauf mit dunkelvioletter Farbe. Diese Längsschnitte löschen durchwegs gerade aus und verhalten sich im polarisirten Lichte wie einfache Individuen, höchstens bemerkt man hie und da in diesen Schnitten, sobald die Längsaxe nicht mit den Schwingungsrichtungen der Nicols zusammenfällt, einen streifenartigen Wechsel der Interferenzfarben. Die sich anscheinend als reguläre Sechsecke repräsentirenden Querschnitte zeigen aber, dass das Mineral nicht in einfachen Individuen auftritt, sondern fast durchwegs verzwillingt und verdrillingt ist, da sie zwischen +-Nicols in 4, 6 oder mehr Felder zerfallen, von denen bald je 2 gegenüber liegende zu gleicher Zeit auslöschen, bald regellos vertheilt erscheinen. In einigen Feldern dieser Querschnitte konnte bei starker Vergrösserung (Hartnack Obj. 9) Austritt der spitzen Bisetrix beobachtet werden. Die meisten Schnitte sind jedoch, wie dies im Dünnschliffe zu erwarten ist, nur höchst selten normal zur Verticalaxe, daher auch eine genaue Bestimmung der Lage der optischen Axenebene unmöglich wurde.

Der Pleochroismus ist auch in den Querschnitten ein lebhafter; auch hier werden die einzelnen Felder derselben bald dunkelviolett, bald sehr lichtviolett-weiss. In einem Falle scheinen

die Felder dann lichtviolett-weiss zu werden, wenn die optische Axenebene, also die stumpfe Bisetrix mit dem Nicolhauptschnitt zusammenfällt; jedenfalls ist diese Axenfarbe wenig verschieden von der mit der Verticalaxe zusammenfallenden. Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass das Mineral, welches hier fast immer in Zwillingen und Drillingen auftritt, ein rhombisches ist. Schon die Betrachtung der Längsschnitte im parallel polarisirten Lichte ergibt, dass es Zwillinge mit parallelen Verticalaxen sind; auf Taf. I, Fig. 2—5, 9, 13, 15—19 sind mehrere Querschnitte dieses Minerals abgebildet. (Das + gibt die Lage der Schwingungsrichtungen der Nicols an, die gleich schattirten Felder löschen zu gleicher Zeit aus.)

Vergleicht man diese Zwillingsbildungen mit den bisher an rhombischen Krystallen bekannten, so ergibt sich eine vollständige Übereinstimmung mit denen der rhombischen Carbonate, besonders des Aragonits, welche seinerzeit von Leydolt[1] und Senarmont[2] eingehend studirt wurden, es ist also Zwillingsebene: eine Fläche des Protoprisma's ∞P.

Es sind zumeist vollständige Durchkreuzungs-Zwillinge und Drillinge, deren einspringende Winkel ganz ausgefüllt wurden; es entstanden so, wie beim Aragonit, der hexagonalen Combination $\infty P . oP$ überaus ähnliche Gestalten.

Der einfachste Fall der Zwillingsbildung ist der auf Taf. I, Fig. 3 abgebildete, wo die Zusammensetzungsfläche nur einmal erscheint, oder es sind vollständige Durchkreuzungszwillinge Taf. I, Fig. 9, wie sie Leydolf (l. c. Taf. VIII, Fig. 65) beschreibt, der Auslöschungswinkel von a zu b ist nahe 30°; endlich vollständige Durchkreuzungsdrillinge, wie Taf. I, Fig. 2 (vgl. Leydolt l. c. Taf. VIII Fig. 72), bei welchen immer zwei gegenüberliegende Felder zwischen +-Nicols bei Drehung des Objekttisches um circa 30° abwechselnd dunkel werden. Hin und wieder sind zwei solcher Drillinge, Taf. I, Fig. 5 und 13, wieder miteinander nach demselben Gesetze verwachsen.

Complicirte Zwillingsverwachsungen weisen die anderen abgebildeten Querschnitte auf; in allen ist die Grenze zwischen

---

[1] Sitzgsb. d. k. Akad. d. Wiss. Math.-naturw. Cl. Bd. XIX, pag. 10, 1856. Mit 9 Tafeln.

[2] Ann. de Chimie et de Phys. 1854. T. XLI. Pl. I.

den einzelnen Individuen eine unregelmässige, jedoch nie kammförmige, wie beim Aragonit.

Die auf Taf. I, Fig. 13 und 15 abgebildeten Zwillinge haben eine gewisse Ähnlichkeit mit den complicirten, nach demselben Gesetze gebildeten des Milarits, die Tschermak[1] beschrieb, insoferne auch hier eine Art Schalenstructur durch die Zwillingsbildung hervorgerufen wird. Ein einfacher Fall eines Drillings ist der auf Taf. I, Fig. 18 abgebildete, der vollständig mit dem von Senarmont (l. c. Taf. I, Fig. 14) beschriebenen übereinstimmt; drei rhombische Prismen sind mit den Prismenflächen so verwachsen, dass die Brachyaxen Winkel von 120° miteinander bilden.

Es wurde nun versucht das violette Mineral, da es der Einwirkung der Säuren vollständig widerstand, behufs chemischer Analyse mittelst der Kalium-Quecksilberjodidlösung zu trennen; der Versuch misslang, da einestheils das Gestein, der Reinheit des Materials und der Dichte des Gesteins wegen, sehr fein gepulvert werden musste, anderntheils weil mit dem violetten Mineral bei Verdünnung der Lösung zugleich auch die winzigen Quarzkörnchen herausfielen, beide auch durch anhaftende Glasmasse verunreinigt waren. Wohl aber konnten aus diesem an violettem Mineral reicheren Pulver unter dem Mikroskope mit einer Nadel einzelne möglichst reine Körner desselben isolirt werden.

Diese wurden auf einem mit Canadabalsam überzogenen Objectträger nach der Bořicky'schen[2] Methode mit einem Tropfen Kieselfluorwasserstoff behandelt. Nach Eintrocknung desselben zeigten sich auf der Oberfläche und am Rande der Körnchen zahlreiche, scharf ausgebildete, farblose Kryställchen von Kieselfluormagnesium, und zwar nur solche, in den charakteristischen rhomboedrischen Combinationen. Zum Vergleiche wurde ein Splitter eines grönländischen Cordierits mit Kieselflusssäure behandelt; die hiebei gebildeten Kieselfluoride stimmten vollständig mit denen des violetten Minerals der Auswürflinge überein.

---

[1] Tschermak Min. u. petr. Mitth. 1877, pag. 350, Fig. 2.

[2] Archiv d. naturw. Landesdurchforschung Böhmens. III. Bd. V. Abth.

Berücksichtigt man die oben angegebenen optischen Verhältnisse, den ausgezeichneten Pleochroismus und die Ergebnisse der mikrochemischen Reaction, so kann man wohl mit voller Sicherheit annehmen, dass das durchwegs in Zwillingen nach dem Aragonitgesetz so häufig in diesen vulkanischen Auswürflingen vorkommende violette Mineral Cordierit ist. Und in der That sind solche Zwillingsverwachsungen des Cordierits schon seit langer Zeit durch A. Des Cloizeaux[1] bekannt geworden. Er schreibt: „Macles par accolement de deux ou de troix individus suivant un face m. Certains cristaux de Huelgoat en Bretagne sont pénétrés par des lames hemitropes obéissant à cette loi".

Die Cordieritkryställchen der Auswürflinge des Asama Yama sind reich an Einschlüssen, die man besonders gut in den rechteckigen Längsschnitten studiren kann. Theils sind es unregelmässige, mit fixen Bläschen versehene Partikel des farblosen Glases, das in der Grundmasse auftritt, theils, und zwar häufiger Flüssigkeitseinschlüsse.

Die Flüssigkeitseinschlüsse sind immer parallel der Vertikalaxe des Cordierits eingelagert, von lang prismatischer Gestalt, bald lang und äusserst schmal, bald kurz und breit und ahmen hie und da die Form des Wirtes nach. Auf Taf. I, Fig. 6, *b—e* sind mehrere solcher abgebildet; die Länge derselben beträgt durchschnittlich 0·02—0·05 Mm.

Sie führen stets ein grosses Gasbläschen, das circa zwei Drittel des Hohlraumes erfüllt und schon bei gelinder Erwärmung sich ausdehnt und nach und nach den ganzen Hohlraum erfüllt. Es wird also die in denselben befindliche geringe Flüssigkeitsmenge durch wenig erhöhte Temperatur in Gasform übergeführt und ist demnach wohl flüssige Kohlensäure. Auf Taf. I, Fig. 1 ist ein an solchen Einschlüssen reicher Cordieritlängsschnitt abgebildet; rechts oben befinden sich nadelförmige Flüssigkeitseinschlüsse, während rechts unten und links oben Glaseinschlüsse gezeichnet sind; einer derselben ist auf Fig. 6*a* nochmals vergrössert wiedergegeben. Es ist dies ein 0·05 Mm. grosser farbloser Glaseinschluss, dessen grosses, durch zwei aus dem Glase ausgeschiedene Magnetitkryställchen hufeisenförmig verdrücktes

[1] Manuel de Mineralogie Paris 1862. T. I, pag. 355.

Gasbläschen seinerseits wieder Flüssigkeit und zwar flüssige Kohlensäure mit einem grossen Gasbläschen enthält.

Ausser dem Cordierit, der meist in grösseren Gruppen in diesen Auswürflingen vorkommt, treten als Einsprenglinge noch in grösseren Krystallen und Krystallfragmenten Quarz, oft erfüllt von dihexaedrischen Glaseinschlüssen und Gasporen, durchzogen von zahllosen Sprüngen und frischer, oft herrlich zonal gebauter, einschlussarmer Plagioklas auf. Das auf Taf. I, Fig. 10 befindliche mikroskopische Bild dieses Auswürflings zeigt in der Mitte eine Cordieritgruppe, links oben einen grossen, an der unteren Seite corrodirten Quarzkrystall und mehrere Feldspathfragmente in einer aus winzigen, rundlichen Quarzkörnchen und farbloser Glasbasis bestehenden Grundmasse. Die oben sub 2 und 4 beschriebenen Auswürflinge unterscheiden von diesem nur durch das Fehlen des Cordierits und der Einsprenglinge.

Alle Auswürflinge des Asama Yama sind, wie erwähnt, reich an farblosem Basisglase, welches aber in den cordieritführenden keine Gasporen enthält; diese zeigen auch einen beständigen Wechsel in der mineralogischen Zusammensetzung und Structur der Grundmasse und weist jedes der fünf untersuchten, vollständig gleichen, dichten cordieritführenden Gesteinsstücke im Dünnschliffe u. d. M. ein anderes Bild auf.

Einer dieser Auswürflinge (Taf. I, Fig. 10) zeigt in der Grundmasse ausser dem farblosen Glase fast nur abgerundete Quarzkörnchen, deren Durchmesser zwischen 0·01—0·02 Mm. schwankt; besonders in der Nähe der Cordieritgruppen kommen hier wieder die länglichen, farblosen Körnchen vor, die ganz in dem sub 4 beschriebenen, in grossen Rechtecken gruppirten gleichen, ferners Aggregate winziger, farbloser, blaugrau polarisirender Körnchen in rohen rechteckigen Umrissen, wie solche auf dem Bilde rechts und links unten dargestellt sind und schliesslich recht häufig büschelförmige oder radialstrahlige und dann das Interferenzkreuz aufweisende Aggregate lichtgrüner, 0·05 Mm. langer, kräftig polarisirender Augitnädelchen. Ein solches Augitbüschel ist auf Taf. I, Fig. 7 besonders abgebildet.

Erwähnenswerth wäre noch das Erfülltsein einiger Quarzkörnchen von impelluciden Nädelchen und Eisenglanztäfelchen und das Fehlen des Magnetits.

In einem anderen cordieritführenden Auswürfling fehlen die Augitbüschel fast ganz und stellen sich neben den kräftig polarisirenden Quarzkörnchen häufiger, fleckenweise gruppirt, die schon erwähnten länglichen Feldspathkörnchen (?) ein. Unter den Einsprenglingen herrscht auch in manchen bei weitem der Feldspath vor und ist das Glas der Grundmasse unregelmässig vertheilt, da sich öfters grössere von Ausscheidungen freie Glaspartien neben solchen, in denen das Glas nur spurenhaft zwischen den Quarz- und Feldspathkörnchen steckt, in der Grundmasse finden.

Als accessorischer Gemengtheil erscheint auch, aber selten in farblosen oder weingelben, stark lichtbrechenden und ungemein lebhaft polarisirenden, gerade auslöschenden Säulchen mit quadratischen Querschnitten, in welchen in einem Falle deutlich bei starker Vergrösserung mit der Condensorlinse das für einaxige Krystalle charakteristische fixe Axenkreuz nachgewiesen werden konnte, der Zirkon.

Auch der Reichthum der Auswürflinge an Magnetit und Cordierit wechselt sehr; in einem etwa nussgrossen Stücke zeigte sich letzterer in Nestern und Schnüren im Gestein vertheilt. Zwischen den einzelnen Cordieritsäulchen steckt aber immer das farblose Glas der Grundmasse. Ein Theil dieses cordieritreichen Auswürflings sieht bräunlich gefleckt aus und zeigt u. d. M. eine von übrigen schon beschriebenen Stücken gänzlich abweichende Structur, Taf. I, Fig. 12 soll eine Vorstellung davon geben. Die Hauptmasse der dunkleren Theile bildet ein durch zahllose Einschlüsse wie grau bestaubt aussehendes Mineral, das in grösseren unregelmässigen Aggregaten und in rohen rechteckigen Umrissen auftritt und sich an den Stellen, wo es an das von Quarzkörnchen erfüllte Basisglas stösst, deutlich in winzige Rechteckchen auflöst. Auch Partikelchen des farblosen Glases, das ausser Quarz (im Bilde oben) noch Magnetit und hie und da zahlreiche Cordieritkryställchen (rechts) führt, sind in diesen Mineralaggregaten eingeschlossen. Im polarisirten Lichte treten die rechteckigen Umrisse dieser deutlich hervor und zeigen sie in den meisten Fällen eine polysynthetische Zwillingsstreifung; das Mineral ist demnach höchst wahrscheinlich ein Plagioklas. Als Einschlüsse kommen in diesen anscheinend veränderten

Plagioklasen ausser Magnetitkörnchen noch bluthrothe Eisenglanztäfelchen, impellucide Nädelchen und zahllose winzige Gasporen vor; letztere sind in der Abbildung durch Pünktchen markirt. Auch die Zusammensetzung dieser Plagioklase aus kleinen Rechtecken wird im polarisirten Lichte viel deutlicher.

Die kleinen Quarzkörnchen enthalten öfters gelbbraune nadelförmige Kryställchen und knieförmige Zwillinge solcher, die man wohl als Rutil deuten kann. Dieser, wie der Zirkon wurden als accessorische Gemengtheile in den meisten Auswürflingen nachgewiesen.

Die Mikrostructur des angrenzenden Theiles dieses cordieritreichen Auswürflings stimmt mit der des auf Seite 343 beschriebenen vollkommen überein.

Erwähnenswerth wäre noch, dass sich der Cordierit auch, in einem einzigen Falle, als Einschluss in einem grösseren abgerundeten Quarzkörnchen fand; die Glasmasse ist um das letztere zwiebelschalenähnlich zersprungen (Taf. II, Fig. 33).

Ferner lagen mir noch cordieritführende dichte Gesteinsauswürflinge des Asama Yama zur Untersuchung vor, die sich von den sub 4*a* und *b* beschriebenen nur durch das häufige Auftreten des Cordierits unterscheiden; die Grundmasse derselben besteht aus einer Glasbasis, in der ausser rundlichen oder hie und da auch in rhombischen und sechsseitigen Umrissen erscheinenden, winzigen Quarzen noch die erwähnten rechteckigen Aggregate länglicher, unregelmässiger, als Feldspath (?) gedeuteter Körnchen (Taf. II, Fig. 41), oder auch statt diesen scharf begrenzte, farblose, circa 0·03 Mm. lange und 0·01 Mm. breite blaugrau polarisirende Kryställchen mit rechteckigen Umrissen eingebettet liegen; letztere wurden ebenfalls bereits an obiger Stelle erwähnt und konnte auch an diesen niemals Zwillingsstreifung beobachtet werden.

Von den cordieritführenden, aber daran armen Auswürflingen ist nur noch einer zu erwähnen, der auch häufig Plagioklaseinsprenglinge und die bereits beschriebenen Augitbüschel führt.

Ausser Quarzkörnchen kommen in der glasreichen Grundmasse hier noch die kleinen, rechteckige Längsschnitte liefernden Kryställchen und vereinzelt einzelne grössere dunkelgrüne Augitsäulchen, alle winzige Glaseinschlüsse führend, vor. Neben Pla-

gioklas tritt auch selten Sanidin, in Karlsbader Zwillingen, auf. Sehr gut lässt sich im Dünnschliffe die Corrosion der einzelnen grossen, glasigen Feldspathkrystalle durch die farblose Glasmasse beobachten (Taf. II, Fig. 31), wie dasselbe buchtenartig in die Feldspathe eindringt und nach und nach dieselben an den Rändern in winzige, längliche, unregelmässige Körnchen, die ganz der auf Taf. II, Fig. 41 abgebildeten gleichen, auflöst. Kurz, es sind genau dieselben Corrosionserscheinungen, wie sie die sub 2 beschriebenen Augitkrystalle zeigen. Der Cordierit ist oft schwach violett und in den sehr dünnen Schliffen dann nur den bekannten Drillingsquerschnitten nach zu erkennen.

Einer dieser cordieritführenden, fast Augit- und Magnetitfreien, weissen Auswürflinge wurde einer quantitativen chemischen Analyse unterzogen; diese ergab (I):

	I.	II.
SiO^2	74·65%	70·64%
Al^2O^3	15·32	14·11
Fe^2O^3	2·34	2·86
MnO	0·26	—
CaO	1·96	2·02
MgO	0·79	0·72
K^2O	1·42	2·95
Na^2O	4·11	4·67
Glühverlust	0·45	2·30
Summe	101·29%	100·27%

Zum Vergleiche wurde (II) die Analyse des cordieritführenden Eruptivgesteins von Campiglia maritima beigestelltt, welches Gerhard vom Rath[1] beschrieb und als Quarzporphyr, Vogelsang[2] als vulkanisches Conglomerat bezeichnete. Die mineralogische Zusammensetzung dieses Gesteins stimmt betreffs des Quarzes, triklinen Feldspaths, Cordierits und der Glasbasis mit der des Auswürflings vom Asama Yama überein; durch die Analyse des letzteren wird auch der Quarzgehalt derselben bewiesen. Das

[1] Zeitschr. d. deutsch. geolog. Ges. 1866. pag. 640 und 1868, pag. 327.

[2] Philos. d. Geol. pag. 143.

farblose Grundmasseglas scheint auch ein kieselsäurereiches zu sein; der fast vollständige Mangel an Magnetit gibt sich durch den geringen Eisengehalt kund, der Magnesia- und Mangangehalt endlich ist auf Rechnung des Cordierits zu setzen. Auffallend ist der hohe Natrongehalt dieser Auswürflinge und lässt derselbe auf einen dem Oligoklas nahen Feldspath schliessen.

6. Cordieritführende, breccienartige, graue Auswürflinge.

Haben schon die einzelnen, eben beschriebenen Auswürflinge einen grösseren Wechsel in ihrer Structur aufgewiesen, so zeigt sich ein solcher in jedem einzelnen Stücke dieser und erhalten sie dadurch ein breccienartiges Aussehen. Unregelmässige glasreiche Partien wechseln mit schwarzen, an Augit und Magnetit reichen, cordierführende mit cordieritfreien ab. Noch mannigfaltiger zeigt sich der Wechsel in der Ausbildung der Grundmasse bei Untersuchung der Dünnschliffe; auf Taf. I, Fig. 11 befindet sich ein combinirtes, mikroskopisches Bild eines solchen.

Unter den Mineralien, die diese Auswürflinge zusammensetzen, erweckt wieder der Cordierit das grösste Interesse, umsomehr. da er sich etwas abweichend von dem vorhin beschriebenen verhält. Im Dünnschliffe zeigen sich hier die Zwillinge und Drillinge nicht so häufig, wie in den obigen und kommen ausser diesen noch Durchschnitte grösserer, einfacher Individuen vor, die ich ebenfalls für Cordierit halte. Diese sind aber lichter blau gefärbt, mit einem Stich ins Grünliche, stimmen aber in den optischen Verhältnissen, betreffs chromatischer Polarisation und Pleochroismus mit dem dunkelvioletten Cordierit überein und weisen oft achtseitige Quer- und Längsschnitte auf. In einem Falle fand sich auch ein zwölfseitiger Querschnitt, der als die von G. v. Rath[1] an dem Cordierit des Laacher See's beschriebene Combination: $\infty P . \infty \check{P} 3 . \infty \acute{P} \infty . \infty \bar{P} \infty . oP.$. gedeutet werden kann.

Die dunkler gefärbten Cordierite treten fast immer in höchst regelmässigen Durchkreuzungsdrillingen nach ∞P auf, wie ein solcher auf Taf. I, Fig. 14 abgebildet ist. Die Untersuchung im

[1] Poggendorff Ann. 1874, 152. Bd., Taf. I, Fig. 21.

convergent polarisirten Lichte ergab, dass in diesen die optischen Axenebenen Winkel von 60° miteinander bilden. Die Auslöschung je zwei gegenüberliegender dreieckiger Felder erfolgt jedesmal, sobald je zwei gegenüberliegende Seiten der stets sechsseitigen Querschnitte mit einem Nicolhauptschnitt zusammenfallen, also bei totaler Horizontaldrehung des Objecttisches zwölfmal, von 30—30°. In den einzelnen Feldern zeigen sich oft wieder unregelmässige oder keilförmige, anders optisch orientirte Individuen, anscheinend nach demselben Gesetze, eingewachsen.

Manche Längs- und Querschnitte des dunkelvioletten Cordierits zeigen eine höchst regelmässige Anordnung zahlloser Einschlüsse von unregelmässigen Augit-, Magnetitkörnchen und Glaspartikeln. Auf Taf. I, Fig. 22—24 sind solche Längs-, Fig. 25 ein Querschnitt abgebildet.

Bald sind die Einschlüsse in den Längsschnitten in Form eines sechsstrahligen Sternes (24), bald so gruppirt, dass die Rechtecke in vier keilförmige Felder zerfallen, von denen die spitzkeilförmigen einschlussfrei sind. Je zwei gegenüberliegende keilförmige Felder treten auch im polarisirten Lichte, sobald die Seiten des rechteckigen Längsschnittes nicht mit den Schwingungsrichtungen der Nicols zusammenfallen, mit etwas verschiedenen Polarisationsfarben hervor. Es erinnern diese Längsschnitte (23) sehr an die von Augiten lange bekannten sanduhrförmigen Wachsthumserscheinungen. In einem anderen Längsschnitte zeigte sich an den Begrenzungsstellen der keilförmigen Felder Glasmasse in Form eines isotropen, liegenden Kreuzes (22) eingeschlossen. In anderen Längsschnitten ist wieder bloss Magnetitstaub entweder in Form eines kleineren, centralen Rechteckes oder ganz regellos vertheilt; in den Querschnitten (25) endlich zeigen sich die Einschlüsse parallel den optischen Axenebenen der einzelnen Individuen gruppirt. Flüssigkeitseinschlüsse sind sehr selten.

Manchmal erscheint der Cordierit auch in skelettartigen Krystallen (vgl. Taf. I, Fig. 11 rechts unten) oder es sind mehrere Individuen von Augitsäulchen kranzartig umschlossen (Mitte des Bildes). Auffallenderweise ist der Pleochroismus einiger dunkelvioletter rechteckiger Längsschnitte ganz entgegengesetzt dem aller übrigen Cordieritkrystalle, da dieselben dann ein weisses Bild

geben, wenn die kürzere Seite der Rechtecke dem Nicolhauptschnitt parallel ist und senkrecht darauf ein dunkelviolettes; also $\mathfrak{a} > \mathfrak{b}$ und $\mathfrak{c}$ wäre. Vielleicht sind es bloss in der Richtung der Verticalaxe sehr verkürzte Krystalle.

Es wurde auch versucht, den Cordierit im Dünnschliffe zu ätzen. Mit Kieselflusssäure erhielt ich jedoch, wie Bořicky, nur ganz unregelmässige, undeutliche Ätzeindrücke, an den Querschnitten war es überhaupt nicht möglich, solche zu beobachten, mit Flusssäure hingegen erhielt ich an einem grösseren Cordieritlängsschnitt zahlreiche, ziemlich regelmässige rechteckige Vertiefungsgestalten, deren längere Seiten der kurzen des Cordieritrechteckes parallel geordnet sind.

Als makroskopische Einsprenglinge finden sich in diesen Auswürflingen wieder Plagioklas und seltener Quarz; beide würden schon von v. Drasche beobachtet. Der Plagioklas tritt selten in scharf ausgebildeten, meist abgerundeten Krystallen und Krystallbruchstücken auf; im Dünnschliffe lässt sich auch in diesen Auswürflingen an einigen, an Gasporen reichen Plagioklasen die Corrosion und der allmälige Zerfall derselben in winzige Rechteckchen, welche auch an manchen Stellen häufig im farblosen Grundmasseglas auftreten, beobachten. Die polysynthetische Zwillingsstreifung dieser corrodirten Feldspathe lässt sich im polarisirten Lichte noch deutlich erkennen. Ob diese winzigen, schon öfters erwähnten, Kryställchen mit rechteckigen Umrissen (vgl. Taf. I, Fig. 11 Mitte) auch Feldspathe sind, lässt sich natürlich schwer bestimmen, die Querschnitte derselben scheinen ebenfalls Sechsecke zu sein und haben sie eine gewisse Ähnlichkeit mit den Nephelinkryställchen der verglasten Sandsteine. Wird das Gesteinspulver längere Zeit mit heisser concentrirter Salzsäure behandelt, so löst sich ein nicht unbedeutender Theil, doch scheidet sich die Kieselsäure nicht gallertartig aus. An solchen Rechteckchen reiche glasige Stellen der Grundmasse ergaben mit Kieselflusssäure zahllose Kieselfluornatriumkrystalle und weist auch die Bauschanalyse einen bedeutenden Natrongehalt auf. Möglicherweise rühren die Kieselfluornatriumkrystalle auch von dem farblosen Basisglas her; dasselbe zeigte zahllose stäbchenartige Ätzeindrücke, sehr ähnlich denen, die Leydolt

bei Ätzung verschiedener Gläser mit Flusssäure erhielt und für Mikrolithe hielt.

Die Quarzkörner sind corrodirt, an der Oberfläche ausgezackt und in kleinere unregelmässige Körner zersprungen, auf Taf. I, Fig. 11 ist eine solche quarzreiche, glasige Partie links unten abgebildet. Der lebhaft pleochroitische Augit kommt in diesen Auswürflingen bei weitem häufiger als in allen übrigen, bereits beschriebenen, in grösseren unregelmässigen Körnern und Säulchen vor. Auch der Magnetit ist stellenweise theils in winzigen Kryställchen, theils in grösseren, unregelmässigen Körnern angehäuft.

Der Bestand der, wie erwähnt, stets glasigen Grundmasse ist ein sehr wechselnder; bald zeigen sich glasreiche Stellen, in denen nur die erwähnten corrodirten Quarzkörnchen liegen, bald solche, die fast nur die winzigen Rechteckchen enthalten, oder es treten runde Flecken im Dünnschliffe auf, die aus farblosem Glas, zahlreichen Augitsäulchen, Magnetit und von zahllosen eingeschlossenen Gasporen bräunlich aussehenden Rechteckchen und Plagioklasen bestehen. Endlich kommen noch Partien im Gesteine vor, die ausser der farblosen Glasbasis nur grössere Aggregate der bereits oben erwähnten (Taf. I, Fig. 20), an Glaseinschlüssen reichen, oft skelettartigen, für Quarz gehaltenen Kryställchen aufweisen. An gewissen Stellen der Glasbasis zeigen sich ungemein häufig 0·03—0·05 Mm. lange und 0·01—0·02 Mm. breite, farblose Nädelchen ausgeschieden (Taf. I, Fig. 8 *a b*), die eine deutliche Querabsonderung, immer gerade Auslöschung und selten sechsseitige Querschnitte zeigen. Im parallel polarisirten Lichte verhalten sie sich wie rhombische Mineralien; die Polarisationsfarben sind keine lebhaften. Welchem Mineral diese, etwa dem Sillimanit ähnlichen, Säulchen angehören, konnte ich nicht bestimmen; in grösserer Menge treten sie in dem nächst zu beschreibenden Auswürfling auf. Als accessorischer Gemengtheil wurde schliesslich noch Zirkon nachgewiesen.

Auch diese Auswürflinge wurden analysirt, mit I ist die von mir ausgeführte Bauschanalyse der dunklen, mit II die von meinem hochgeehrten Freunde H. Baron Foullon herrührende Analyse der weissen Partien dieses cordieritführenden Auswürflings angegeben:

	I.	II.
SiO^2	73·45%	72·60%
Al^2O^3	11·70	19·20
Fe^2O^3	5·96	
MnO	Spur	Spur
CaO	3·05	1·64
MgO	1·58	1·32
K^2O	1·54	1·04
Na^2O	2·85	4·14
Glühverlust	0·18	0·52
Summe	100·31%	100·46%

Es stimmen also auch diese Auswürflinge mit den oben beschriebenen, dichten weissen in der chemischen Zusammensetzung sehr überein; der Percentgehalt an Eisen, Kalk und Magnesia ist entsprechend dem grösseren Magnetit- und Augitgehalt ein grösserer.

7. Cordieritfreie, graue, dem Augitandesit ähnliche Auswürflinge.

Als makroskopische Einsprenglinge treten in der sehr glasigen und augitreichen Grundmasse fast nur glasige Plagioklase in scharf begrenzten Krystallen, reich an Gasporen, auf. Sanidin, in Karlsbader Zwillingen, ist selten.

Die Grundmasse besteht aus einer farblosen Glasbasis, in der grössere, ziemlich unregelmässige Aggregate winziger (0·006 Mm. Durchmesser) farbloser, schwach polarisirender Körnchen und Rechteckchen liegen. Zwischen diesen ist das Glas von zahllosen farblosen, langen, rhombischen Säulchen, die bald parallel geordnet sind, bald divergirend büschelig, entglast, die ich schon in dem zuletzt erwähnten Auswürfling beschrieb. Kleinere Augitsäulchen und -körnchen, 0·015 Mm. gross, und Magnetit sind ziemlich häufig und unregelmässig in der Grundmasse vertheilt. Der Augit ist auch mit Vorliebe mit kleineren Plagioklaskryställchen und einem farblosen Mineral (Feldspath?), das manchmal an Cordierit erinnert, aggregirt und sind diese kugeligen Aggregate im Centrum von Magnetitstaub erfüllt.

Wie ein Vergleich der hier beschriebenen Auswürflinge des Asama Yama ergibt, stehen alle in einem gewissen Zusammenhang und sind vollständige Übergänge von den an Einsprenglingen und Cordierit freien zu den Cordieritführenden und schliesslich wieder zu den Cordieritfreien, an Plagioklas- und Augiteinsprenglingen reichen dem Augitandesit ähnlichen Auswürflingen vorhanden. Allem Anscheine nach war das sowohl in der Andesitlava eingeschlossene als auch in losen Auswürflingen auftretende Gestein ein quarzführendes Plagioklasgestein, welches eine bedeutende Veränderung, theilweise Umschmelzung durch das Andesitmagma erlitt. Die Möglichkeit einer solchen partiellen Umschmelzung kann nicht geläugnet werden, wenn man die schon so oft citirten, hochinteressanten Untersuchungen J. Lehmann's[1] an den Einschlüssen der niederrheinischen Basaltlaven berücksichtigt.

An den Auswürflingen des Asama Yama zeigt sich eine solche Veränderung in der Corrosion der Quarze, Plagioklase und Augite; alle diese wurden durch das farblose, wie es scheint, sehr saure Glas, das nach meiner Ansicht selbst von der Umschmelzung gewisser Gemengtheile des ursprünglichen quarzführenden Plagioklasgesteins herrührt, in winzige Körnchen und Kryställchen, ähnlich den Augiten der Olivinbomben, die A. Becker beschrieb, aufgelöst. Ein Theil der glasigen, frischen, auch öfters corrodirten Plagioklase stammt aus der Augitandesitlava, wenigstens liess sich dies mit Gewissheit in den in der Lava eingeschlossenen Gesteinsbröckchen nachweisen. Neuausscheidungen aus dem durch partielle Umschmelzung des Gesteins entstandenen Glase scheinen mir die lichtgrünen Augitbüschel (im fünften) und die farblosen, rhombischen Nädelchen (im sechsten und siebenten beschriebenen Auswürfling), möglicherweise auch die skelettartigen, winzigen Quarzkryställchen (vgl. Lehmann, die pyrogenen Quarze) zu sein.

Dass sich diese Auswürflinge, als sie noch in der flüssigen Lava eingeschlossen waren, im zähflüssigen Zustande befanden, also umgeschmolzen wurden, geht mit Gewissheit aus der beob-

---

[1] Verhandlg. d. naturw. Ver. d. preuss. Rheinl. u. Westphal. XXXI. Bd. 1874 und XXXIV. Bd, 1877, pag. 203.

achteten innigen Vermengung der Andesitgrundmasse mit der des Gesteines an den Contactstellen und dem Vorkommen der Andesitmineralien in den eingeschlossenen Gesteinsstückchen hervor. So grosse Gesteinsauswürflinge, dass man sich eine solche intensive Einwirkung der gluthflüssigen Lava auf dieselben nicht denken könnte, kommen auch, wie aus den Angaben v. Drasche's zu entnehmen ist, nicht vor.

Wie ich glaube, gehören die hier beschriebenen Auswürflinge ein und demselben Gestein an und entsprechen den verschiedenen Stadien in der durch die Lava bewirkten Veränderung; auch der Wechsel in der mineralogischen Zusammensetzung und Structur dieser Auswürflinge spricht gegen die Ansicht, dass sie unveränderte Fragmente eines in der Tiefe anstehenden, cordieritführenden Eruptivgesteins seien. Vom Interesse ist auch das Vorkommen des Rutils.

Man könnte also diese Auswürflinge für, durch die Andesitlava veränderte, Fragmente eines in der Tiefe anstehenden Dacits erklären. Ob der Cordierit schon ursprünglich in demselben vorhanden war oder erst später, etwa in Folge der durch die Lava bewirkten Umschmelzung, entstand, lässt sich natürlich nicht entscheiden; jedenfalls aber ist er Ausscheidung aus einem Schmelzflusse und bin ich geneigt, denselben für den Vertreter des Biotits, Augits oder der Hornblende zu halten.

Eine andere Erklärung betreffs des Vorkommens so saurer Auswürflinge bei basischen Laven wäre die, dass diese Auswürflinge uns Theile der in der Tiefe mit dem basischen Andesitmagma vermengten sauren andesitischen Schlieren und nicht Fragmente eines in der Tiefe anstehenden, bereits verfestigten Eruptivgesteins darstellen.

II. Auswürflinge des Laacher See's.

Die Auswürflinge (Lesesteine) des Laacher See's, um deren Kenntniss sich insbesonders v. Dechen und v. Rath grosse Verdienste erworben haben, waren in letzter Zeit Gegenstand eingehender Untersuchungen von Seiten Laspeyres[1] und Wolf's.[2]

[1] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. XVIII. Bd., pag. 350.

[2] Ebenda, XIX. Bd., pag. 472.

Von den überaus mannigfaltigen, in ihrer mineralogischen Zusammensetzung bedeutendem Wechsel unterworfenen, bald schieferigen, bald körnigen, bald bimssteinartigen Auswürflingen seien hier nur die cordieritführenden, des Vergleiches mit denen des Asama Yama wegen erwähnt.

Während Laspeyres der Ansicht ist, dass die Laacher „Sanidingesteine" in enger Beziehung zu den dichten, echten Laacher Trachyten stehen, also eruptiver Natur sind, glaubt Wolf die ersteren, an verschiedenen seltenen Mineralien reichen Auswürflinge für „Urgesteine", alte Eruptivgesteine und krystallinische Schiefer, „die der vulkanischen Thätigkeit nur ihre Zertrümmerung, nicht aber ihre erste Bildung verdanken", halten zu müssen. Leider wurden diese Auswürflinge von keinem der genannten Forscher, denen ein sehr reichhaltiges Material zu Gebote stand, einer mikroskopischen Untersuchung unterzogen.

Mir stand von den cordieritführenden Laacher Auswürflingen nur ein etwa nussgrosses Stückchen zur Verfügung, welches ich der Freundlichkeit des Herrn v. Fodor verdanke.

Dieser grobkörnige Auswürfling gehört zu den sogenannten Sanidingesteinen und ist ungemein cordieritreich; die einzelnen Gemengtheile sind schon mit freiem Auge erkennbar und erreichen zumeist eine Grösse von 1—2 auch 4—5 Mm.

Als solche sind zu nennen: glasiger frischer Feldspath, anscheinend Sanidin, dunkelvioletter Cordierit in grossen schlecht ausgebildeten sechsseitigen Säulen, $\infty P . \infty \breve{P} \infty . oP$ und kleineren scharf ausgebildeten, flächenreicheren Säulchen, Korund in farblosen, braunen, licht- und dunkelblauen Krystallen, Biotit und Pleonast in Octaëdern.

Der Auswürfling wurde hauptsächlich des Cordierits wegen einer erneuten Untersuchung unterzogen und dieser sowohl in den Dünnschliffen des Auswürflings als auch isolirt, in parallel oP geschliffenen Präparaten studirt.

Der Cordierit tritt in circa 2—4 Mm. grossen Krystallen von der Form $\infty P . \infty \breve{P} \infty . oP$ auf, deren Kanten und Ecken abgerundet sind und deren Oberfläche voll winziger Grübchen und Furchen ist. Wolf weist schon mit Recht darauf hin, dass sie deutlich angeschmolzen sind, jedoch rührt ein grosser Theil dieser Vertiefungen von den zahllosen halbeingewachsenen Biotit-

kryställchen her, die beim Isoliren der Krystalle leicht herausfallen. Es wurden eine Reihe solcher Cordieritkrystalle parallel dem basischen Pinakoid dünn geschliffen und im parallel- und convergent-polarisirten Licht untersucht und es ergab sich, dass auch die Cordierite dieses Auswürflings, wenigstens die grossen flächenarmen Krystalle, durchwegs in Zwillingen respective Drillingen nach ∞P auftreten, gleich denen der Auswürflinge des Asama Yama.

Die meist kreisrunden Querschnitte des Cordierits zerfallen zwischen gekreuzten Nicols bald in drei oder sechs Felder und sind bald einfache Drillinge bald vollständige Durchkreuzungsdrillinge. Auf Taf. II, Fig. 26 ist ein einfacher Drilling abgebildet und die Lage der Schwingungsrichtungen angegeben; eine Auslöschung erfolgt bei jedesmaliger Drehung des Objecttisches um circa 30°. Die Untersuchung im Nörremberg'schen Polarisationsinstrument zeigt in jedem der drei Felder Austritt der negativen spitzen Bisektrix und weist nach, dass die stumpfen Bisektricen, also die Makroaxen, der Individuen II und III mit der von I und mit einander Winkel von nahe 60° bilden.

Ebenso ist dies der Fall bei dem auf Taf. II, Fig. 27 abgebildeten Schliffe, nur zeigt sich hier das Individuum I bereits verzwillingt und ist die optische Axenebene dieses mit I verzwillingten Individuums parallel der des Individuums II. Die zugleich auslöschenden Felder sind hier wieder mit denselben Zahlen bezeichnet und ist immer das Individuum I bei der angegebenen Nicolstellung dunkel.

Auf Fig. 28 ist die Anordnung der an diesem Präparate mit Flusssäure erhaltenen Ätzfiguren dargestellt; diese sind also parallel dem Brachypinakoid angeordnet und gleichen vollkommen den von Leydolt am Aragonit auftretenden, sind bald spindelförmig, bald von der Form einer rhombischen Säule, oder der Combination $\infty P . \infty \breve{P} \infty$. (Vgl. Taf. II, Fig. 32 *a b c*.)

Noch häufiger sind vollständige Durchkreuzungsdrillinge: Taf. II, Fig. 29 zeigt einen solchen, bei welchem das Individuum II nochmals nach demselben Gesetze verzwillingt ist.

Die gemessenen Auslöschungswinkel sind folgende:

I : III = II : I = nahe 60°; III : Iα = II : Iα = nahe 30°.

Die optische Axenebene von Iα ist parallel der von I.

Im Individuum II und III sind ausserdem zahlreiche Zwillingslamellen parallel ∞P eingeschaltet; solche fanden sich auch an einem im Dünnschliffe befindlichen schiefen Querschnitt des Cordierits, Fig. 34 $\alpha\beta$.

Auf Taf. II, Fig. 30 endlich ist ein einfacherer, regelmässiger Durchkreuzungsdrilling gezeichnet. Die Grenze zwischen den einzelnen Individuen ist bald eine regelmässige, bald unregelmässige, öfters greifen sie sägezähnartig ineinander. Ätzfiguren, wie ich sie an einem Schliffe parallel der Verticalaxe bei Behandlung mit Flusssäure erhielt, sind auf Taf. II, Fig. 35 und 32 *de* abgebildet, an diesen Längsschnitten ist auch die ziemlich vollkommene brachydiagonale Spaltbarkeit zu beobachten.

Der Pleochroismus des Cordierits vom Laacher See ist ein lebhafter und ein von den bisher, insbesonders von Haidinger[1] untersuchten Cordieriten abweichender.

Es zeigt sich nämlich in den Querschnitten, dass die einzelnen Individuen, im Polarisationsmikroskop untersucht, jedesmal, sobald der Nicolhauptschnitt mit der optischen Axenebene, also der Makroaxe zusammenfällt, lichtgrauviolett und senkrecht darauf dunkelviolett werden.

Die an den Längsschnitten beobachtete Axenfarbe für $\mathfrak{a}$ ist gelblichweiss, wie schon Haidinger angibt. Es wären demnach die Axenfarben des Cordierits vom Laacher See:

$$\mathfrak{a} = \acute{c} = \text{gelblichweiss},$$
$$\mathfrak{b} = \breve{a} = \text{dunkelviolett},$$
$$\mathfrak{c} = \bar{b} = \text{lichtgrauviolett},$$

also $\mathfrak{b} > \mathfrak{c} > \mathfrak{a}$ und nicht, wie Haidinger an vielen Cordieriten anderer Fundorte fand, $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$. Ich habe des anomalen pleochroitischen Verhalten dieses Cordierits wegen auch den von Bodenmais in Bezug auf die Axenfarben untersucht und ebenfalls $\mathfrak{b} > \mathfrak{c} > \mathfrak{a}$ gefunden: die Axenfarben sind mit der Haidinger'schen Lupe:

$$\mathfrak{c} = \bar{b} = \text{blassröthlichviolett}$$
$$\mathfrak{b} = \breve{a} = \text{dunkelviolett}$$
$$\mathfrak{a} = \acute{c} = \text{gelblichweiss.}$$

---

[1] Abhdlg. d. k. böhmisch. Ges. d. Wiss. V. Folge, 3. Bd., 1845.

Solche Abweichungen im pleochroitischen Verhalten der Krystalle wurden auch an anderen Mineralien schon constatirt; so gibt Tschermak[1] von den vesuvischen Meroxenen an, dass $\mathfrak{a}$ bald die hellere bald die dunklere Farbe als $\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{c}$ hat.

Die Polarisationsfarben des Cordierits sind im Dünnschliffe sehr lebhafte und kann man oft in den Längschnitten ausser den brachydiagonalen Spaltungssprüngen noch zwei aufeinander senkrechte Spaltsysteme beobachten, die mit den Längssprüngen einen Winkel von 50° bilden.

Die Cordierite des untersuchten Laacher Auswürflings sind durchwegs frisch und reich an Einschlüssen, von welchen insbesonders Glas- und Flüssigkeitseinschlüsse und Gasporen und von den, den Auswürfling zusammensetzenden Mineralien, der Biotit, Pleonast und Zirkon, seltener der Korund, zu nennen sind. Auf Spaltungssprüngen eingedrungen findet sich noch Eisenglanz. Die Flüssigkeitseinschlüsse sind äusserst winzig und oft in grossen Mengen radialstrahlig vertheilt; in einigen Fällen konnte nachgewiesen werden, dass es flüssige Kohlensäure ist. Die Glaseinschlüsse sind farblos, öfters körnelig entglast und besitzen bald viele Bläschen, bald ein augenscheinlich zerrissenes oder ein gekrümmtes Bläschen und zeigen sich gleichmässig in den Cordieritkrystalldurchschnitten, nicht etwa bloss an den Rändern vertheilt, sind also wohl primärer Natur. Auf Taf. II, Fig. 38 *ab*, 39 und 40 sind mehrere solcher Glaseinschlüsse abgebildet; letztere Figur zeigt zwei Cordieritlängsschnitte, zwischen welchen sich das grünliche Basisglas, deren eiförmige Gasporen deutliche Fluctuationsstructur hervorrufen, befindet und in deren einem sich in Glaseinschluss, mit einem Glasfaden mit der Basis in Verbindung stehend, zeigt.

Als überaus häufiger Einschluss findet sich im Cordierit der Biotit und hat man alle Übergänge vor sich, von den biotitfreien bis zu den von Biotit fast ganz erfüllten Cordieritkrystallen. Wolf[2] hält denselben für ein Umwandlungsproduct des Cordierits, ich glaube aber, dass der Biotit gerade so wie die übrigen Mineralien und das Glas Einschluss ist, da er ja auch häufig in dem zwischengeklemmten Basisglas auftritt.

[1] Die Glimmergruppe I. in Groth's Zeitschr. f. Kryst. II. Bd. pag. 30.

[2] l. c. pag. 485.

Ein weiterer, an Häufigkeit dem Cordierit gleich kommender Gemengtheil dieses Auswürflings ist der Sanidin. Derselbe kommt nur in frischen, unregelmässigen Körnern vor, die im polarisirten Lichte öfters eine gitterartige, an Mikroklin ungemein erinnernde Structur zeigen und dieselben Mineralien wie der Cordierit einschliessen. Insbesonders häufig sind im Sanidin wieder unzweifelhafte Glaseinschlüsse (Taf. II, Fig. 37). In einem derselben zeigte sich ein winziges Zirkonkryställchen ausgeschieden; bald ist das Glas farblos, bald bräunlich und dann globulitisch gekörnelt.

Selten kommen noch glasige Feldspathkörner vor, die eine deutliche, überaus feine Zwillingsstreifung aufweisen und wohl einem Plagioklase angehören. Quarz konnte in diesem Auswürfling nicht nachgewiesen werden. Ein genaueres Studium der Feldspathe der Laacher Auswürflinge nach Schuster'scher Methode an Spaltungsstückchen, an reichhaltigerem Materiale, als mir zu Gebote stand, wäre jedenfalls erwünscht.

Der Korund kommt ziemlich häufig in 1—2 Mm. langen Säulchen von der Combination $\infty P2 . R . OP$, bald dunkel bald lichtblau gefärbt, seltener in braungefärbten und farblosen Krystallen vor, zeigt öfters einen prächtigen zonalen Bau, dunkelblauen Kernkrystall mit farbloser Hülle, sehr lebhafte Polarisationsfarben und starke Doppelbrechung. In den nicht seltenen sechsseitigen Schnitten parallel oP ist mit dem Condensor sehr deutlich das fixe Axenkreuz sichtbar. Auch der Dichroismus ist ein lebhafter, O dunkelblau, E meergrün: in den braungefleckten von zahllosen staubartigen Einschlüssen erfüllten Krystallen ist er ein schwächerer, O dunkel- und E lichtbraun. In den Längsschnitten zeigt der Korund ausser den rhomboedrischen immer zahlreiche, zur Hauptaxe senkrechte Spaltungssprünge. An Einschlüssen ist er sehr arm, ausser Flüssigkeitseinschlüssen und Hohlräumen von der Form des Korunds wurden in demselben nur selten unzweifelhafte Glaseinschlüsse und ein Zirkonkryställchen gefunden.

Die übrigen Eigenschaften des Korunds, z. B. die basale Täfelung u. s. w. hat bereits Wolf (an citirter Stelle) vortrefflich beschrieben.

Biotit, in dunkelbraunen, frischen, 0·2—0·5 Mm. langen Säulchen ist neben Feldspath und Cordierit einer der Hauptgemengtheile und findet sich sowohl als Einschluss in diesen wie auch sehr häufig in dem Basisglas als Ausscheidung und enthält ziemlich häufig prächtige Glaseinschlüsse von der Form des Wirthes.

Überaus häufig, aber nur in winzigen, 0·08 Mm. langen und 0·025 Mm. breiten, herrlich ausgebildeten, flächenreichen, farblosen oder lichtgelben Kryställchen findet sich der Zirkon, den Wolf in den Laacher Auswürflingen nicht auffand. Er ist ziemlich reich an nadelförmigen Einschlüssen, von welchen insbesonders wieder die Glaseinschlüsse neben solchen von Flüssigkeit zu nennen sind. Er kommt sowohl in den bisher erwähnten Mineralien als auch häufig in dem zwischen diesen steckenden Glase vor.

Schliesslich ist noch der dunkelgrüne Pleonast zu erwähnen, der überaus häufig in scharf ausgebildeten Octaedern im Cordierit und Sanidin als Einschluss und in der Glasmasse vorkommt; Grösse 0·02—0·3 Mm., seltener sind tropfenähnliche Körner. Er findet sich auch, wie der Zirkon, als Entglasungsproduct der Glaseinschlüsse. Ein Theil der impelluciden Octaeder kann vielleicht dem Magnetit angehören.

Zwischen diesen Mineralien tritt nun eine bald bräunliche bald grünliche, zumeist farblose Glasmasse auf, in der zahlreiche Biotit- Zirkon- und Pleonastkryställchen und massenhaft eiförmige Gasporen liegen. Die letzteren sind oft sehr flach, so dass sie wie Blättchen aussehen und ausgefurcht und gezackt, auch deutlich zerrissen; sie erreichen eine Länge von 0·02—0·5 Mm. Oft liegen die zusammengehörigen Stücke der zerrissenen Gasporen nahe neben einander und sind dann die Bruchstellen gezähnt. Auf Taf. II, Fig. 36 *a*—*h* ist eine Reihe solcher Gasporen abgebildet; es erinnern diese Gebilde ungemein an die Blättchen, die im schillernden Obsidian von Cerro de los Navajos, Mexico vorkommen und von Zirkel[1] beschrieben wurden.

Wie aus den vorhergehenden Beobachtungen hervorgeht, ist die Ausscheidungsreihe der einzelnen Gemengtheile dieses

[1] Mikrosk. Beschr. d. Min. u. Gest., pag. 363.

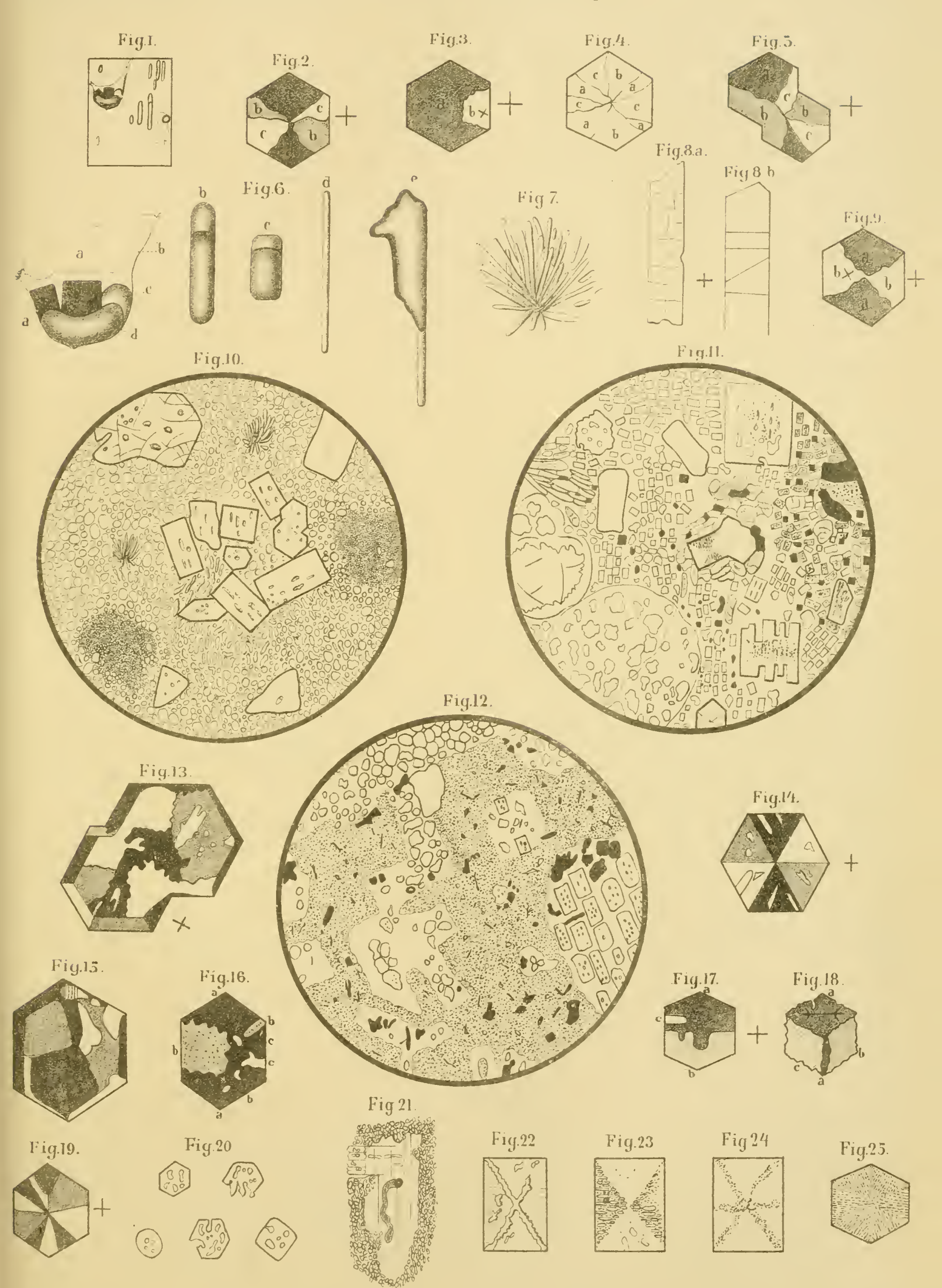
Auswürflings folgende: 1. Pleonast und Zirkon, 2. Korund, 3. Biotit, 4. Cordierit und 5. Sanidin.

Was die Genesis dieser Auswürflinge betrifft, so kann ich natürlich, da sich meine Untersuchungen nur auf ein einziges Stückchen beschränken mussten und dasselbe hauptsächlich nur des Cordierits wegen studirt wurde, zur Klärung dieser Frage nichts Wesentliches beitragen; dieselbe könnte nur durch ein umfassendes mikroskopisches Studium sämmtlicher Auswürflinge des Laacher See-Gebietes und durch einen Vergleich der schieferigen und bimssteinartigen, deren Übergänge u. s. w gelöst werden.

Aus meinen Beobachtungen scheint mir nur hervorzugehen, dass wenigstens der von mir untersuchte cordieritführende Auswürfling kein Fragment eines nicht oder nur theilweise veränderten, alten, cordieritführenden Eruptivgesteins oder krystallinischen Schiefers, etwa Gneisses, sein kann, da sämmtliche Gemengtheile, insbesonders auch der Cordierit, zahlreiche, unzweifelhafte primäre Glaseinschlüsse enthalten, also wohl Ausscheidungen aus einem Schmelzflusse sind.

Nichtsdestoweniger ist sowohl die grosse Ähnlichkeit dieser Auswürflinge in der mineralogischen Zusammensetzung mit gewissen Schiefergesteinen Sachsens, die schon Wolf hervorhob, als auch das Vorkommen von Mineralien, die in manchen schieferigen Contactgesteinen eine grosse Rolle spielen, auffallend.

Graz, April 1883.



E. Hussak del. F. Schima lith. Druck v. J. Wagner Wien.



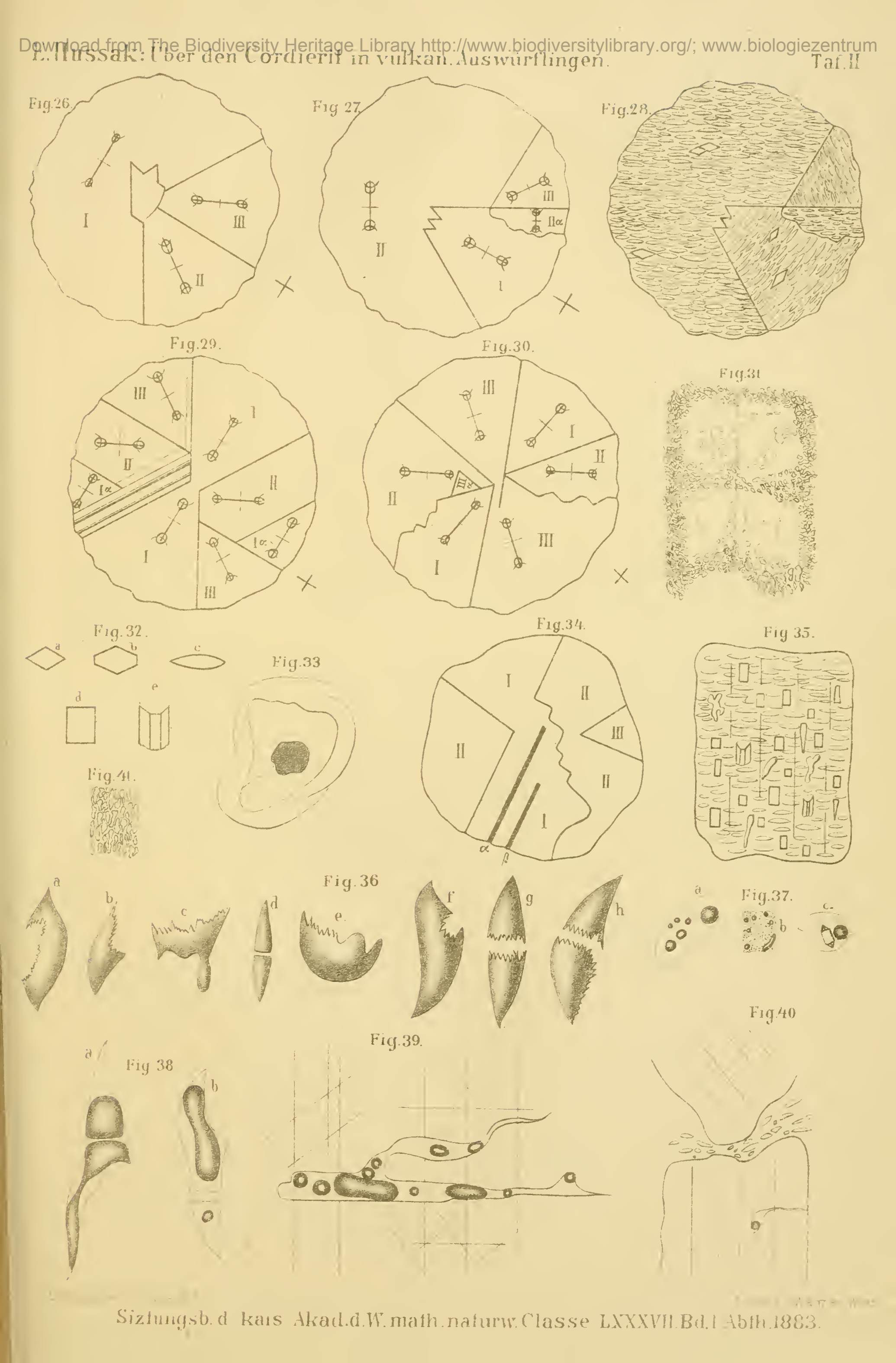


Fig. 26.
I
II
III
Fig 27.
I
II
IIα
III
Fig. 28.
Fig. 29.
I
Iα
II
III
Fig. 30.
I
II
III
Fig. 31
Fig. 32.
a
b
c
d
e
Fig. 33
Fig. 34.
I
II
III
α
β
Fig 35.
Fig. 41.
Fig. 36
a
b
c
d
e
f
g
h
Fig. 37.
a
b
c
Fig 38
a
b
Fig. 39.
Fig. 40